

UTILIZATION OF MODERN IMAGE PROCESSING METHODS IN CONTROL OF LABORATORY PROCESSES

Martin Kiac

Master Degree Programme (5), FEEC BUT

E-mail: xkiacm00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ondřej Krajsa

E-mail: krajsao@feec.vutbr.cz

Abstract: The thesis deals with the processing and detection of specific objects in the image on the Android mobile platform. The main objective of this work is to implement a mobile application for the control of pipetting processes based on images from a camera of a mobile device. In this thesis is used for image processing an open source computer vision library OpenCV. The proposed solution was subsequently implemented on the Android platform using the Android Studio development environment. The following article describes the issue and the results of the thesis solution.

Keywords: Android, platform, OpenCV, library, Android Studio, application, image processing, object detection, pipette, microplate

1 ÚVOD

Zrakový systém patří k nejdůležitějším zmyslovým orgánům, pomocí kterého člověk dokáže vnímat, poznávat a reagovat na svoje okolí. Preto je v dnešní době stále větší snaha implementovat tuto schopnost aj v oblasti počítačové techniky. Schopnost vnímat a následně interagovat s okolím představuje v počítačové technice velmi důležitou úlohu.

Počítačové vidění sa s příchodem moderných technologií stává stále dostupnější aj v oblastech běžného života. Právě tu nachází široké využití v různých inteligentních zařízeních ako sú telefóny, kamery, fotoaparáty a rôzne ďalšie iné zariadenia.

2 SNÍMÁNÍ A SPRACOVÁNÍ OBRAZU

V současné době patří oblast zpracování obrazového signálu medzi jeden z nejdůležitějších oborů vo vede a technice. Obrazová informace představuje jeden zo základných komunikačných a informačných kanálů. Vo všeobecnosti je možné celý proces zpracování obrazu rozdeliť na niekoľko základných částí:

- snímání a digitalizácia obrazu,
- predspracovanie obrazu,
- segmentácia obrazu,
- popis objektů,
- klasifikácia [2].

2.1 PREDSPRACOVÁNÍ OBRAZU

Důležitá část zpracování obrazu tvorí predspracovanie obrazu. Snímaný obraz je důležité pred jeho analýzou vhodným způsobem pripraviť. Na predspracovanie obrazu sú používané určité metódy

a postupy, medzi ktoré môžu patriť rôzne transformácie a obrazové filtre. Medzi najpoužívanejšie metódy na predspracovanie obrazu patrí:

- farebná transformácia,
- transformácia jasu,
- geometrická transformácia,
- filtrovanie šumu a chýb v obraze [4].

2.2 SEGMENTÁCIA A ODČÍTAVANIE POZADIA V OBRAZE

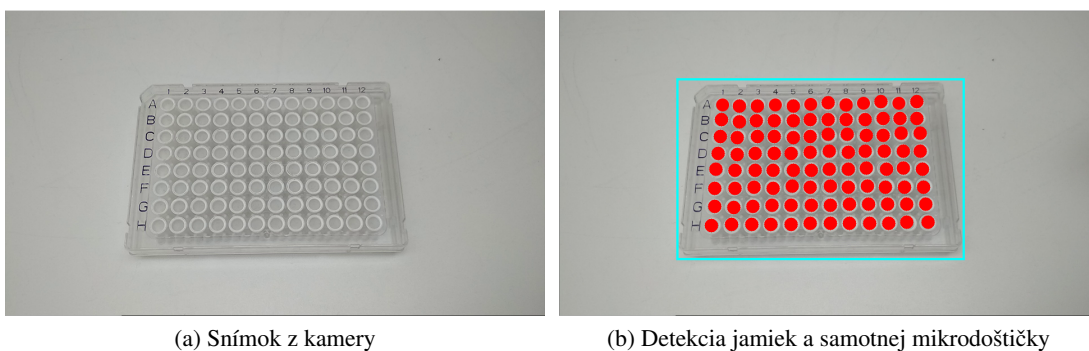
Ďalšiu dôležitú časť spracovania obrazu tvorí segmentácia obrazu. Predspracovaný obraz je možné ďalej segmentovať na základe daných parametrov. Medzi najpoužívanejšie metódy na segmentáciu obrazu patrí:

- prahovanie,
- detekcia hrán,
- odčítavanie pozadia [3].

Metóda odčítania pozadia obrazu patrí medzi často používané metódy, kedy je potrebné segmentovať dané objekty od pozadia obrazu. Princípom tejto techniky segmentácie obrazu je analyzovať každý pixel v obraze a vyhodnotiť jeho príslušnosť k objektu záujmu alebo pozadiu v obraze. Proces odčítania pozadia prebieha medzi jednotlivými snímkami. V tejto práci je na odčítavanie pozadia použitý algoritmus Mixture of Gaussians tzv. *MOG*.

2.3 DETEKCIA OBJEKTOV V OBRAZE

Hlavnú a dôležitú časť tejto práce tvoria metódy na analýzu pripraveného spracovaného obrazu. Takýto obraz je použitím rôznych techník vhodným spôsobom postupne analyzovaný. V tejto práci tvoria hlavnú časť analýzy obrazu metódy na detekciu mikrodostičky, detekciu jamiek v mikrodostičke, detekciu pohybujúcej sa pipety v obraze a následne špičky tejto pipety.



Obrázek 1: Ukážka detekcie jamiek a mikrodostičky v obraze

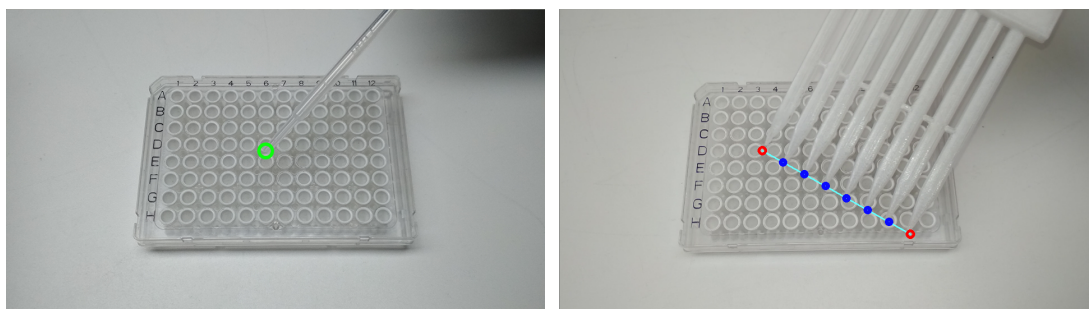
2.3.1 DETEKCIA MIKRODOŠTIČKY V SNÍMANOM OBRAZE

Detekcia samotnej mikrodostičky v obraze je veľmi dôležitá. Získaním pozície mikrodostičky v obraze je možné definovať určitú oblasť záujmu tzv. ROI (Region Of Interest). To prináša výhodu, že

následná analýza obrazu môže prebiehať len v tejto oblasti záujmu, čo má za následok úsporu výpočtového výkonu.

2.3.2 DETEKCIA JAMIEK V MIKRODOŠTIČKE

Získaním pozície mikrodostičky v obraze je možné, aby následná detekcia jamiek prebiehala len v tejto oblasti. Definovaním oblasti záujmu v prípade detekcie jamiek prináša ďalšiu výhodu, že je minimalizovaná možnosť chybné detekcie jamky mimo mikrodostičku. Ukážka 1 znázorňuje proces detekcie mikrodostičky a následnú detekciu jamiek v tejto doštičke.



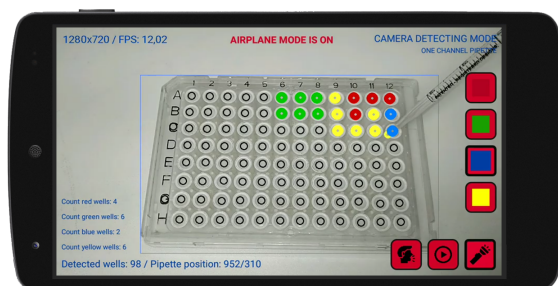
(a) Detekcia špičky jeden-kanálovej pipety

(b) Detekcia špičiek viac-kanálovej pipety

Obrázek 2: Ukážka možnosti detekcie pipety v obraze

2.3.3 DETEKCIA PIPETY V OBRAZE

Detekcia pipety v obraze patrí medzi najrobustnejšie algoritmy použité v tejto práci. Samotný algoritmus pozostáva z niekoľko menších častí, ktoré na seba logicky naväzujú. Algoritmus umožňuje detektovať jeden-kanálovú pipetu, alebo viac-kanálovú pipetu v obraze. Samotná detekcia je založená na odčítaní pozadia a následnej analýze kontúr v obraze. Predchádzajúca ukážka 2 znázorňuje výsledok detekcie špičky jeden a viac-kanálovej pipety.

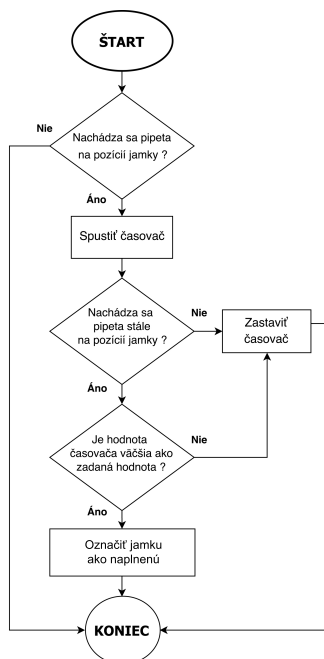


Obrázek 3: Náhl'ad výslednej aplikácie pri kontrole pipetovacieho procesu

3 ZÁVER

Úlohou záverečnej práce bolo navrhnuť a následne realizovať mobilnú aplikáciu pre operačný systém Android. Aplikácia umožňuje kontrolu pipetovacích procesov na základe snímkov z kamery mobilného zariadenia. Pred samotným riešením práce bolo potrebné zoznámiť sa s problematikou, potrebnými technológiami a nástrojmi, ktoré bolo možné pri riešení práce použiť. Výsledkom práce je aplikácia pre operačný systém Android, ktorá umožňuje kontrolovať kompletný proces pipetovania jeden-kanálovej alebo viac-kanálovej pipety. Aplikácia je schopná pracovať s 1 až 16-kanálovou

pipetou a 24, 96 alebo 384-jamkovou mikrodoštičkou. Užívateľ si môže vybrať z dvoch detekčných režimov. V obraze je následne nájdená mikrodoštička, jednotlivé jamky v tejto doštičke a konkrétny algoritmus vyhodnocuje prítomnosť hrotu pipety v jamke mikrodoštičky. Aplikácia obsahuje prehľadné užívateľské rozhranie, pomocou ktorého je možné celú aplikáciu jednoducho ovládať. Základne funkcie aplikácie je možné taktiež ovládať hlasom. Všetky nastavenia, ktoré užívateľ v aplikácii nastaví sa uchovávajú v databáze, ktorá je umiestnená v internej pamäti telefónu. Dosiahnuté výsledky citlivosti detekcie hrotu pipety v prípade metódy *true positive* boli získané testovaním na 8 pokusných záznamoch vyhotovených pri vhodných svetelných podmienkach. V prípade jeden-kanálovej pipety dosahovala citlivosť detekcie 91 %. V prípade 8-kanálovej pipety bola citlivosť detekcie výrazne horšia na úrovni 58 %.



Obrázek 4: Vývojový diagram algoritmu pre vyhodnotenie zhody pipety s jamkou mikrodoštičky

POĎAKOVANIE

Chcel by som poďakovať vedúcemu diplomovej práce pánovi Ing. Ondřejovi Krajsovi Ph.D. za odborné vedenie, konzultácie, trpezlivosť a podnetné návrhy k práci.

REFERENCE

- [1] Bradski, G., Kaehler, A. *Learning OpenCV 3*. 1. vydání. O'Reilly Media, 2016. 1024 s. ISBN 978-1-491-93799-0.
- [2] Hlaváč, V., Sedláček, M. *Zpracování signálů a obrazů*. Vydavatelství ČVUT, 2000. 255 s. ISBN 978-80-01-03110-0.
- [3] ŘÍHA, K. *Pokročilé techniky zpracování obrazu*. 1. vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav komunikací, 2012. 143 s. ISBN 978-80-214-4894-0.
- [4] Žára, J., Beneš, B., Sochor, J., Felkel, P. *Moderní počítačová grafika*. 2. vydání. Brno: Computer Press, 2004. 624 s. ISBN 80-251-0454-0.